بسم الله الرحمن الرحيم

تقدير التبخر الشهري في المملكة العربية السعودية

د. عبدالله أحمد سعد الطاهر

الملخص

تختلف قيم درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية من منطقة إلى أخرى من مناطق المملكة العربية السعودية. هذا الاختلاف في قيم هذه العناصر المناخية إلى وجود إختلاف في قيمة التبخر الشهري في هذه المناطق. وترتبط درجات الحرارة والإشعاع الشمسي إرتباطاً إيجابياً وعالياً بالتبخر الشهري فالارتفاع في قيمة درجات الحرارة والإشعاع الشمسي يصاحبه ارتفاع في قيمة التبخر الشهري. بينما يرتبط التبخر الشهري بسرعة الرياح ارتباطاً إيجابياً ضعيفاً في معظم المناطق المدروسة عدا في منطقة المدينة المنورة حيث ترتبط سرعة الرياح ارتباطاً قوياً بالتبخر الشهري. وأما الرطوبة النسبية فإنها ترتبط إرتباطاً سلبياً وعالياً بالتبخر الشهري في جميع المناطق المدروسة، لقد دلت قيمة مربع معامل الارتباط على وجود أثر لدرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وأن هذا الأثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠٥ , ٠. بناءاً على النتائج الاحصائية (معادلة الانحدار المتعدد)، فقد تم التوصل إلى ثمان معادلات تجريبية لكل منطقة من مناطق الدراسة وقد دلت نتائج تطبيق هذه المعادلات (معادلة ١-٨) على أنها صالحة لتحديد التبخر الشهري في المناطق المدروسة.

المقدمة

تقع المملكة العربية السعودية في الطرف الجنوبي الغربي من قارة آسيا وتمتد بين دائرتي العرض ١٦ْو١٢َ ٣٢ْ شمالاً وبين خطي الطول ٣٦َ ٣٤ْ و٥٦ْ شرقاً (شكل رقم١). هذا الامتداد في الموقع جعل معظم أجزاء هذا البلد يقع في النطاق الصحراوي المداري الجاف لغرب القارات. يتباين تضاريس المملكة تبايناً واضحاً من جهة إلى أخرى، ففي الشرق والغرب توجد السهول الساحلية المطلة على الخليج العربي والبحر الأحمر كما توجد المرتفعات في منطقتي الحجاز وعسيروإلى الشرق منها تقع الهضاب الغربية وأما هضبة نجد فإنها تغطي معظم الأجزاء الوسطى من المملكة كما تنتشر الهضاب في الأجزاء الشمالية والشرقية. هذا الاختلاف والتباين في الموقع والتضاريس وكذلك البعد والقرب من المسطحات المائية وغيرها من العوامل البيئية الأخرى أدت إلى وجود الاختلاف في السمات المناخية العامة (جدول رقم ١) وعلى الاختلاف في قيمة التبخر من جهة إلى أخرى في المملكة. ففي محطتي المدينة وسكاكا على سبيل المثال تصل قيمة المتوسط الشهري للتبخر إلى حوالي ٣٨٧و٢٢٣ ملم على التوالي (جدول رقم ٢).

يتم تحديد التبخر بواسطة مجموعة من الطرق :

(١) الطرق التي تعتمد على القياس المباشر والمعتمدة على أوعية التبخر (Evaporation Pan) والأتموميترات (Atmometers) وغيرها من الأجهزة المستخدمة لهذا الغرض. تعتبر هذه الطرق من أهم وأفضل الطرق المتبعة في تقدير التبخر.

(٢) الطرق التي تعتمد على المعادلات التجريبية والمبنية على بعض المتغيرات المناخية والبيئية.

يستخدم لقياس التبخر في المحطات المناخية بالمملكة العربية السعودية حوض التبخر (أ) (Evaporation class “A” Pan) ويصل عدد المحطات المناخية التي يتم فيها قياس التبخر في المملكة إلى حوالي أربعين محطة موزعة على معظم أجزاء

المملكة توزيعاً غير منتظم. وفي العادة يتم تسجيل كمية التبخر في هذه المحطات المناخية بطريقة منتظمة وعلى درجة كبيرة من الدقة ولكن ومن خلال تتبع البيانات المتعلقة بالتبخر في معظم المحطات المناخية وجد بعض البيانات المفقودة في كثير من المحطات بالإضافة إلى وجود مجموعة من البيانات المشكوك في قيمتها والتي في العادة تدون بين قوسين.

يعد العامل المناخي (درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح) من أهم العوامل البيئية المؤثرة في معدل التبخر في المكان الواحد من فصل إلى آخر وعلى معدل التبخر السنوي من مكان إلى آخر فوق سطح الأرض. لهذا السبب فإن تقدير قيمة التبخر بالاعتماد على المعادلات المبنية على أهم العناصر المناخية المحلية ذات الأثر الواضح على التبخر له عدة فوائد من بينها :

(١) تقدير قيمة التبخر للفترات التي يدون فيها البيانات المتعلقة بالتبخر.
(٢) تصحيح قيم التبخر المشكوك في صحتها.
(٣) تحديد قيمة التبخر في المناطق التي لايوجد بها محطات مناخية تسجل التبخر.
(٤) تحديد كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر من المسطحات المائية والبحيرات والبرك والخزانات وقنوات الري.
(٥) تساعد على معرفة الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية.

الدراسات السابقة :

الدراسات المتعلقة بتقدير التبخر في المملكة العربية السعودية محدودة جداً فمن الدراسات التي تمت في هذا الموضع تلك الدراسة التي قام بها الجراش (١٩٩٢م) والتي توصل فيها الباحث إلى نموذج يمكن استخدامه في تحديد التبخر في المملكة. كما قام الباحث بتطبيق هذا النموذج ونموذج بنمان وأيفانوف على ثمان محطات ومقارنة نتائج هذه النماذج مع قيمة التبخر من الحوض الذي يتم تحديده بواسطة حوض التبخر (Evaporation class "A" pan). وقد دلت نتائج هذه الدراسة أن معادلة بنمان غير صالحة للاستعمال في جميع المناطق المدروسة وأما نموذج الجراش فإن نتائجه أفضل النماذج الثلاثة في منطقة الرياض والطائف ونجران. بينما نتائج نموذج أيفانوف فقد دلت أنها أفضل لمنطقة تبوك وحائل والمدينة المنورة والسليل وبيشة. نستنتج من هذا أن صياغة نموذج موحد لجميع مناطق المملكة غير صالح بسبب التباين والاختلاف في الظروف المناخية والمحلية والتضاريسية والموقعية والبعد والقرب من المسطحات المائية كذلك صياغة نموذج مبني فقط على متغيرين مناخيين (درجات الحرارة والرطوبة النسبية) قد تكون نتائجه غير دقيقة.

أشار فيزمان وآخرون (Vissman et al, 1972) إلى أن التبخر ناتج من أثر الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وسرعة الرياح وضغط الهواء وكذلك نوعية المياه المتبخرة. ذكر وارد (Ward, 1975) أن هناك مجموعة من العوامل المؤثرة على التبخر من السطوح المائية من بينها العامل المناخي ممثلة في الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة والرطوبة الجوية وسرعة الرياح. دورنوبيس وبروت (Doorenbos and Pruit, 1977) ذكر أن أحواض التبخر تقدم قياساً للأثر المتكامل الناتج عن الإشعاع والرياح ودرجات الحرارة والرطوبة على التبخر من أي سطح مائي مفتوح. أشار كل من دوني وليوبود (Dunne and Leopold, 1978) إلى أن بعض الهيدرولوجين حاولوا ربط التبخر من الحوض مباشرة بالمتغيرات المناخية وذلك لاستكمال النقص في تسجيل التبخر وتقدير التبخر في المحطات المناخية التي

لايوجد بها تسجيل وقياس لتبخر. كذلك بيّن كتاب (Knapp, 1979) أن معدل التبخر يعتمد على مجموعة من العوامل من أهمها مصدر الطاقة للتبخر والذي في معظمه يحصل عليه من الإشعاع الشمسي والذي تكون قيمة عالية في الصيف ومنخفضة في الشتاء وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة التبخر في الصيف وانخفاضه في الشتاء..ومن العوامل المؤثرة الهواء الحار الذي يستطيع أن يحمل رطوبة أكثر من الهواء البارد وكذلك الهواء الجاف بستطيع أن يستوعب كمية من الرطوبة أسرع من الهواء الرطب ومن العوامل المؤثرة في معدل التبخر حركة الرياح وذلك من خلال تحريك الهواء المتشبع بالرطوبة واستبداله بهواء غير متشبع. وأما فيتر (Fetter,1980) فقد ذكر أن معدل التبخر من البحيرات وخزانات المياه وغيرها يعتمد على مجموعة من العوامل من بينها درجة حرارة الماء ودرجة حرارة الهواء والرطوبة المطلقة للهواء الملامس لسطح الماء المتبخر والإشعاع الشمسي وكذلك يتأثر معدل التبخر بالرياح. بينما أشارت شو (Shaw, 1984) إلى أن العوامل الطبيعية المؤثرة على معدلات التبخر هي :

(١) الطاقة الكامنة الضرورية لتحويل السائل إلى غاز وهذا يحدث في الطبيعة عن طريق الطاقة القادمة من الإشعاع الشمسي (Short Wave) والأرضي (Long Wave) والإشعاع الشمسي يعتبر المصدر السائد للطاقة والمؤثر في كميات التبخر على سطح الأرض وتختلف قيمة الإشعاع الشمسي تبعاً لاختلاف دائرة عرض المكان، كما تختلف في المكان الواحد من فصل إلى آخر.

(٢) درجة حرارة الهواء والأسطح المتبخرة فالارتفاع في درجات حرارة الهواء تؤدي إلى زيادة التبخر وكذلك الحال بالنسبة للارتفاع في درجات حرارة الماء المتبخر تؤدي إلى زيادة كمية التبخر منه. بناءاً على ذلك فإن معدل التبخر يكون عالياً في المناطق ذات المناخ المداري ويتجه نحو الانخفاض في المناطق القطبية كذلك الحال بالنسبة لكمية التبخر العالية في الصيف والمنخفضة في الشتاء.

(٣) السعة البخارية المائية للهواء (water vapour capacity of the air).

(٤) سرعة الرياح.

(٥) الضغط الجوي.

(٦) طبيعة سطح التبخير. أوضح مونتيث (Monteith, 1985) أن تقدير التبخر يتم عن طريق المتغيرات المناخية ذات العلاقة مثل الطاقة الإشعاعية ودرجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح. وأما الجنايني والفيتاني (١٩٨٦م) فقد قسما العوامل المؤثرة على معدل التبخر من الأسطح المائية إلى ثلاث مجموعات :

(١) العوامل الجوية (الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء وضغط البخار وسرعة الرياح والضغط الجوي).

(٢) طبيعة الأسطح التي يحدث منها التبخر.

(٣) نوعية المياه التي يحدث لها التبخر.

وأخيرا فقد أشار تشاو وآخرون (Chow et al, 1988) أن المتغيرات المناخية المطلوبة لتحديد التبخر هي : الإشعاع الصافي (net radiation) ودرجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح وضغط الهواء.

أهداف الدراسة :

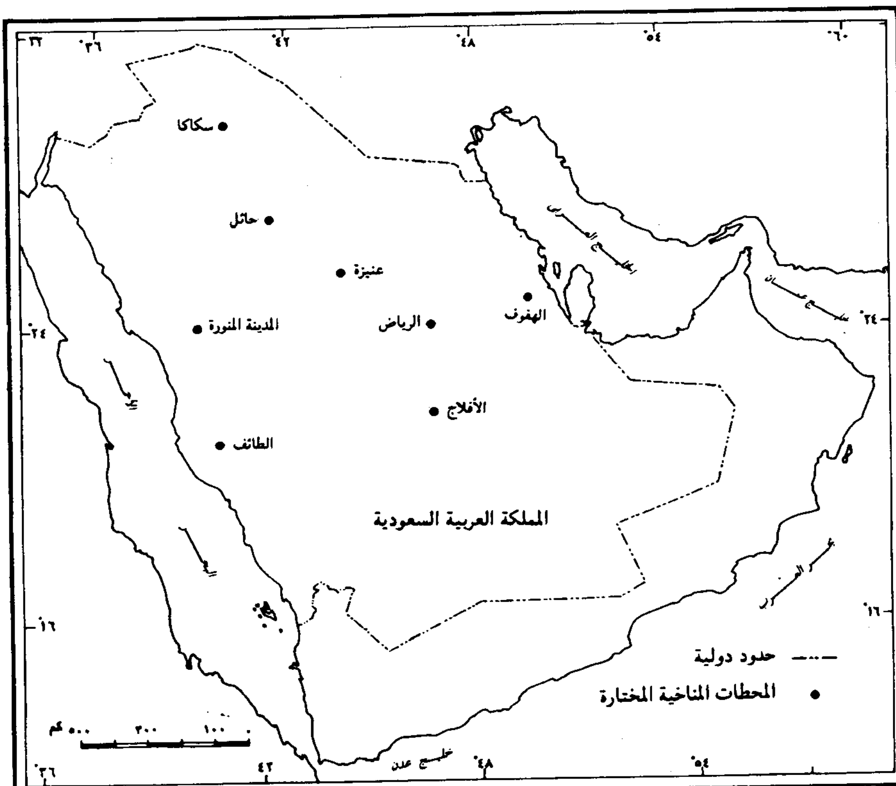
تهدف هذه الدراسة إلى محاولة استنباط معادلات تجريبية يمكن بواسطتها تحديد التبخر الشهري بناءاً على العناصر المناخية (درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح) في منطقة الأحساء والأفلاج والرياض وعنيزة وحائل وسكاكا والمدينة المنورة والطائف وذلك من خلال تحديد مايلي :

(١) تحديد العلاقة بين التبخر الشهري والعناصر المناخية التالية، ودرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية.

(٢) تحديد أثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية (المتغيرات المستقلة) على التبخر الشهري (المتغير المعتمد) في كل منطقة من مناطق الدراسة.

شكل رقم (١)

خريطة منطقة الدراسة



المصدر : وزارة الشئون البلدية والقروية ١٤٠٥هـ.

منهج البحث :

ولتحقيق أهداف هذه الدراسة فقد اعتمد الباحث على المعدلات الإحصائية التالية :

(١) استخدام معادلة معامل الإرتباط (Equation Pearson Correlation Co-eficient) وذلك لتحديد العلاقات القائمة بين درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح والتبخر الشهري.

(٢) استخدام معادلة الإنحدار المتعدد (Multiple Regression Equation) وذلك لتحديد أثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح (المتغيرات المستقلة) على التبخر الشهري (المتغير المعتمد).

مصدر البيانات المستخدمة في هذا البحث :

لقد اعتمد الباحث على البيانات المناخية الشهرية لدرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح والتبخر في محطات وزارة الزراعة والمياه المناخية التالية : محطة الهفوف (١٩٦٩-١٩٩٠م) والأفلاج (١٩٧٦-١٩٩١م) والرياض (١٩٧٧-١٩٩١م) وعنيزة (١٩٧٦-١٩٩٤م) وحائل (١٩٧٦-١٩٨٨م) وسكاكا (١٩٧٧-١٩٩٠م) والمدينة المنورة (١٩٧٨-١٩٨٥م) والطائف (١٩٧٦-١٩٩١م ماعدا ٨٧ و٨٨ و١٩٨٩م). وقد تم اختيار المحطات الثمان المذكورة أعلاه من ٤٠ محطة مناخية تابعة لوزارة الزراعة والمياه وذلك لتوفر العناصر المناخية المدروسة (درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية) فيها لفترة زمنية طويلة لاتقل عن ٥ سنوات وكذلك روعي في اختيار المحطات المناخية التوزيع الجغرافي للمناطق المدروسة.

النتائج والمناقشة :

بناء على البيانات المناخية الشهرية المتوافرة لدى وزارة الزراعة والمياه في محطة الهفوف والأفلاج والرياض وعنيزة وحائل وسكاكا والمدينة المنورة والطائف وعلى تطبيق المعادلات الإحصائية والتي من خلالها تم الوصول إلى النتائج التي سيتم مناقشتها على النحو التالي :

أولاً : الخصائص المناخية للمناطق المدروسة :

تختلف قيمة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة من منطقة إلى أخرى في المناطق المدروسة ففي منطقة المدينة المنورة يصل المتوسط السنوي لدرجات الحرارة إلى حوالي ٣٠ , ٢٧ْم بينما يقدر قيمة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في منطقة الطائف بحوالي ٦ , ٢١ْم. تتقارب قيمة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في كل من منطقة الأحساء (٤٠ , ٢٥ْم) والأفلاج (٨ , ٢٥ْم) كذلك الحال بالنسبة لقيمة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في كل من الرياض (٩٥ , ٢٤ْم) وعنيزة (٣٣ , ٢٤ْم) وزيضاً تتقارب قيمة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في منطقتي سكاكا (٦ , ٢٢ْم) وحائل (٠٠ , ٢٢ْم). وأما فيما يتعلق بالمتوسط الشهري للإشعاع الشمسي فإن أعلى قيمة تقدر بحوالي ٤٨٨ سعر حراري/ سم٢/ اليوم في محطة الهفوف بينما أقل قيمة للمتوسط الشهري للإشعاع الشمسي فقد وصلت إلى حوالي ٣٩١ سعر حراري/ سم٢/ اليوم في محطة سكاكا. تصل قيمة المتوسط الشهري للرطوبة النسبية إلى أعلاها في محطة الهفوف بالأحساء (٤٤٪) وتصل أقل قيمة لها في محطة عنيزة بالقصيم (٥٠ , ٢٨٪). وأما قيمة المتوسط الشهري لسرعة الرياح فإن أعلى سرعة لها تصل إلى ٩ , ٨كم/ الساعة في منطقة حائل بينما أقل قيمة للمتوسط الشهري لسرعة الرياح فإنها تصل إلى ٥ , ٤كم/ ساعة في كل من منطقتي الأفلاج وحائل (جدول رقم ١).

تختلف قيمة المتوسط الشهري للتبخر من جهة إلى أخرى في المناطق المدروسة بالمملكة العربية السعودية فهي تزيد على ٣٠٠ ملم في كل من المدينة المنورة

المتوسطات المناخية في المناطق المدروسة بالمملكة العربية السعودية

جدول رقم (١)

إسم المنطقة	فترة التسجيل	درجة الحرارة بالدرجة المئوية	الإشعاع الشمسي سعرحراري/ سم٢ في اليوم	الرطوبة النسبية ٪	سرعة الرياح على ارتفاع ٢متر كم/ ساعة
الهفوف	٦٩-١٩٩٠م	٢٥,٤٠	٤٨٨	٤٤	٦,٨
الأفلاج	٧٦-١٩٩١م	٢٥,٨	٤٥٨	٣٦	٤,٥
الرياض	٧٧-١٩٩١م	٢٤,٩٥	٤٢٤	٣٧	٤,٥٠
عنيزة	٧٦-١٩٩٤م	٢٤,٣٣	٤٣٠	٢٨,٥٠	٦,٨
حائل	٧٦-١٩٨٨م	٢٢,٠٠	٤١٦	٣٠,٥٠	٨,٩
سكاكا	٧٧-١٩٩٠م	٢٢,٦٠	٣٩١	٣٨,٣٠	٤,٦
المدينة	٧٨-١٩٨٥م	٢٧,٣٠	٤٦٨	٣٠,٧٥	٥,٧
الطائف	٧٦-١٩٩١م	٢١,٦	٤٥٩	٣٩,٥٠	٤,٧٠

الجدول من إعداد الباحث

(٣٨٧ملم) وتزيد على ٢٥٠ ملم في كل من الأفلاج (٢٩٧ملم) وعنيزة (٢٩٤ملم) والهفوف ـ ٢٨٠ملم) بينما تقل عن ٢٥٠ ملم في كل من الطائف (٢٤٦ملم) والرياض (٢٤٠ملم) وسكاكا (٢٢٣ملم). ويتضح من الجدول رقم ٢ إلى أن قيمة الحد الأقصى للتبخر الشهري قد وصل إلى ٧٣٦ملم في منطقة المدينة المنورة وأن الحد الأدنى للتبخر الشهري قد وصل إلى ٥٤ملم في منطقة سكاكا (جدول رقم٢).

قيمة الحد الأدنى والأقصى والمتوسط والإنحراف المعياري للتبخر الشهري من الحوض (أ) بالملليمترات في المناطق المدروسة بالمملكة العربية السعودية

جدول رقم (٢)

المنطقة	الحد الأدنى	الحد الأقصى	المتوسط	الإنحراف المعياري
الهفوف	١٠٢	٥٢٢	٢٨٠	١٢١
الأفلاج	١١٨	٥٢٠	٢٩٧	١١٥
الرياض	٨٢	٤٧١	٢٤٠	١٠٣
عنيزة	١٠٢	٥٢١	٢٩٤	١٢١
حائل	٩٢	٦٣٦	٣٢٨	١٤٨
سكاكا	٥٤	٤٢٦	٢٢٣	١٠٦
المدينة	١٤٤	٧٣٦	٣٨٧	١٦٤
الطائف	١٠٤	٤٥٩	٢٤٦	٨٩

الجدول من إعداد الباحث.

ثانيا : العلاقة بين التبخر والعناصر المناخية المدروسة :

يرتبط التبخر ارتباطاً إيجابياً وعالياً بدرجات الحرارة فكلما إرتفعت درجات الحرارة كلما زادت معها قيمة التبخر ففي محطة الهفوف والأفلاج والرياض وعنيزة وحائل تصل قيمة معامل الارتباط بين قيمة التبخر ودرجات الحرارة إلى ٩١, ٠ و٩٤, ٠ و٩١, ٠ و٩٢, ٠ و ٩١, ٠ على التوالي. بينما تصل قيمة معامل الإرتباط بين قيمة التبخر ودرجات الحرارة في كل من سكاكا والمدينة المنورة والطائف إلى حوالي ٨٩, ٠ و ٨٨, ٠ و ٨٩, ٠ على التوالي. كذلك ترتبط قيمة التبخر الشهري إرتباطاً إيجابياً وعالياً بالإشعاع الشمسي ففي محطة المدينة المنورة تصل قيمة معامل الإرتباط بين قيمة التبخر والإشعاع الشمسي إلى حوالي ٩٠, ٠ وأما قيمة معامل الإرتباط بين التبخر والإشعاع الشمسي في عنيزة والهفوف وحائل فإنه يصل إلى ٨٨, ٠ و٨٧, ٠ و٨٥, ٠ على التوالي. بينما تنخفض قيمة معامل الارتباط بين التبخر والإشعاع الشمسي في سكاكا والطائف والأفلاج والرياض إلى حوالي ٨٤, ٠ و ٨٤, ٠ و٨٢, ٠ و٧٦, ٠ على التوالي. وأما إرتباط التبخر بالرطوبة النسبية فإنه ارتباط سلبي أي كلما قلت قيمة الرطوبة النسبية كلما زادت قيمة التبخر والعكس صحيح. وأن قيمة معامل الإرتباط بين هذين المتغيرين تزيد على - ٨, ٠ في كل من محطة حائل (- ٨٦, ٠ =**R**) والرياض (- ٨٥, ٠ = **R**) والهفوف وسكاكا والطائف (- ٨٤, ٠ =**R**) والمدينة المنورة (- ٨١, ٠=**R**) وأما معامل الإرتباط بين الرطوبة النسبية والتبخر في محطة الرياض وعنيزة فإنه يصل إلى حوالي - ٧٩, ٠ و٧٦, ٠ على التوالي.

يرتبط التبخر بسرعة الرياح إرتباطاً إيجابياً ضعيفاً في معظم المحطات المدروسة مقارنة بالإرتباط بين التبخر ودرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية عدا في محطة المدينة حيث تصل قيمة معامل الارتباط إلى حوالي ٦٠, ٠ بينما تصل قيمة معامل إرتباط التبخر مع سرعة الرياح في كل من سكاكا والطائف إلى حوالي ٤٥, ٠ وتزيد قيمة معامل الإرتباط على ٣٠, ٠ في كل من الرياض (٣٥, ٠ =**R**)

وحائل (R=٠,٣٣) وتصل قيمة معامل الإرتباط بين التبخر وسرعة الرياح في محطة الهفوف إلى ٠,٣٠ . كما يرتبط التبخر بسرعة الرياح ارتباطاً إيجابياً ضعيفاً جداً وليس ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ في كل من عنيزة (R=٠,٠٦) والأفلاج (R=٠,١١). بناءاً على ذلك فإن سرعة الرياح كمتغير مستقل مؤثر في التبخر الشهري لن يستعمل في معادلة الإنحدار المتعدد في كل من محطتي عنيزة والأفلاج (جدول رقم ٣).

ثالثاً : أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر :

دلت نتائج تطبيق معادلة الإنحدار المتعدد (Multiple Regression Equation) على وجود أثر واضح وعالي وذو دلالة إحصائية للمتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح (المتغيرات المستقلة) على التبخر الشهري (المتغير المعتمد) في جميع المناطق المدروسة في المملكة العربية السعودية (جدول رقم ٤) وأن هذه النتائج سوف يتم مناقشتها على النحو التالي :

١- أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في محطة الهفوف بالأحساء :

دلت نتائج مادلة الإنحدار المتعدد على أن حوالي ٩٢٪ من التغير في التبخر الشهري يمكن تفسيرها بالتغير في متوسط درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح (R^2= ٠,٩٢) . وقد دلت قيمة ف (٧٢٩,٥٢٥) وإحتمالية ف (٠,٠٠٠١) على أهمية المتغيرات المدروسة في تحديد كمية التبخر الشهري في منطقة الأحساء وأنها ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ وبناءاً على أهمية المتغيرات المستقلة (Independent Variables). في تسفير قيمة التبخر الشهري قيمة إحتمالية R تساوي ٠,٠٠٠١ في جميع الحالات عدا قيمة إحتمالية R للعلاقة بين سرعة الرياح والتبخر في محطة الأفلاج (٠,١٣٩٨) وعنيزة (٠,٣٩٠٠).

كما هو موضح أعلاه وبناءاً على قيمة تقدير المعلم (Parameter estimate) للجزء المحصور (Intercept) وللمتغيرات المستقلة (جدول رقم ٤) فإن المعادلة التي يمكن

العلاقة بين قيمة التبخر ودرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية في المناطق المدروسة بالمملكة العربية السعودية.

جدول رقم (٣)

إسم المنطقة	المتغير المعتمد	درجة الحرارة	الإشعاع الشمسي	الرطوبة الجوية	سرعة
الهفوف	التبخر	٠,٩١	٠,٨٧	-٠,٨٤	٠,٣٠
الأفلاج	التبخر	٠,٩٤	٠,٨٢	-٠,٧٩	٠,١١
الرياض	التبخر	٠,٩١	٠,٧٦	-٠,٨٥	٠,٣٥
عنيزة	التبخر	٠,٩٢	٠,٨٨	-٠,٧٦	٠,٠٦
حائل	التبخر	٠,٩١	٠,٨٥	-٠,٨٦	٠,٣٣
سكاكا	التبخر	٠,٨٩	٠,٨٤	-٠,٨٤	٠,٤٥
المدينة	التبخر	٠,٨٨	٠,٩٠	-٠,٨١	٠,٦٠
الطائف	التبخر	٠,٨٩	٠,٨٤	-٠,٨٤	٠,٤٥

الجدول من إعداد الباحث

إستخدامها لتقدير التبخر الشهري في منطقة الأحساء يمكن صياغتها على النحو التالي :

ت = (٩,٧٨(ج)+٠,٣٦(ش)+٥,٠٣(ر))-(١,٠١(ط)+١٢٩,٣٠) معادلة رقم(١)

حيث أن :-

ت = التبخر الشهري بـ ملم.

ح = متوسط درجة الحرارة الشهري بالدرجة المئوية.

ش = متوسط الإشعاع الشمسي الشهري بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.

ر = متوسط سرعة الرياح الشهري ب كم/ الساعة.

ط = متوسط الرطوبة النسبية الشهرية (٪).

٢- أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في محطة الأفلاج :

دلت نتائج تطبيق معادلة الإنحدار المتعدد إلى مقدار التبخر الشهري وأن حوالي ٩٠٪ من التغير في قيمة التبخر الشهري يمكن تفسيرها بالتغير في العناصر المناخية المدروسة (R^2=٠,٩٠). وقد دلت أيضاً قيمة ف (٥٣٦,٨٨٤) وإحتمالية ف (٠,٠٠٠١) على أهمية درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية الشهرية في تقدير كمية التبخر الشهري في منطقة الأفلاج وأنها ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ بناءاً على أهمية درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية في تفسير قيمة التبخر الشهري وعلى قيمة تقدير المعلم للجزء المحصور وللمتغيرات المستقلة (جدول رقم٤) فإن المعادلة التي يمكن إستخدامها في تحديد التبخر الشهري في منطقة الأفلاج يمكن كتابتها على النحو التالي :-

ت = (١٢,٩٣(ح)+٠,٣٢(ش)+٠,٦٩(ط))-٢٠٧,٥٤... معادلة رقم٢

حيث أن :-

ت = التبخر الشهري بـ ملم.

أثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية

(المتغيرات المستقلة) على التبخر الشهري (المتغير المعتمد) في المناطق المدروسة بالمملكة العربية السعودية

جدول رقم (٤)

المتغيرات المستقلة Independent Variables	تقدير المعلم* في الهفوف	تقدير المعلم في الأفلاج	تقدير المعلم في الرياض	تقدير المعلم في عنيزة	تقدير المعلم في حائل	تقدير المعلم في سكاكا	تقدير المعلم في المدينة	تقدير المعلم في الطائف
الجزء المحصور (Intercept)	١٢٩,٣٠-	٢٠٧,٥٤-	٥٢,٢٤-	٩٩,٠٢-	١٥٦,٧٦-	١,١٥-	٢٤٤,٠٤-	١٣٧,٧٢-
درجة الحرارة	٩,٧٨	١٢,٩٣	٩,٨١	٩,٢٥	١٣,٧٢	٦,٨٤	١٠,١٧	٩,٨٥
الإشعاع الشمسي	٠,٣٦	٠,٣٢	٠,٠٧	٠,٤٠	٠,١٤	٠,٢٢	٠,٧٤	٠,٣٤
الرطوبة النسبية	١,٠١-	٠,٦٩	١,٢٥-	٠,١٦-	١,٣٠-	١,٧٤-	١,٥٣-	٠,٦٤-
سرعة الرياح	٥,٠٣	-	١٣,٨٦	-	١٨,٦٢	١٠,٣٧	٩,٤١	٨,٧٩
قيمة ف (F-Value)	٧٢٩,٥٢٥	٥٣٦,٨٨٤	٣٥٢,٩٩٦	٦٦٨,٠٦٢	٢٦٠,٥٦٩	٢٥٤,٨٧٤	١٣٣,٣٦٨	٣٤٤,٦١٤
إحتمالية ف Prob. of F.	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١
مربع معامل الارتباط (R^2)	٠,٩٢	٠,٩٠	٠,٨٩	٠,٩٠	٠,٨٨	٠,٨٥	٠,٨٧	٠,٩٠
عدد الحالات	٢٦٤	١٩٢	١٨٠	٢٢٨	١٤٤	١٨٠	٨٤	١٥٦

الجدول من إعداد الباحث

ح = متوسط درجة الحرارة الشهري بالدرجة المئوية.
ش = متوسط الإشعاع الشمسي الشهري بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.
ط = متوسط الرطوبة النسبية الشهرية (٪).

٣- أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في منطقة الرياض :

دلت نتائج تطبيق معادلة الإنحدار المتعدد على أن للمتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح أهمية كبيرة في التأثير على كمية التبخر الشهري في منطقة الرياض وأن حوالي ٨٩٪ من التغير في قيمة التبخر الشهري يمكن تفسيره بالتغير في متوسطات العناصر المناخية المدروسة (٨٩ , ٠ – R^2) وقد دلت قيمة ف (٩٩٦ , ٣٥٢) وإحتمالية ف (٠٠٠١ , ٠) على أهمية درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية في تقدير قيمة التبخر الشهري في منطقة الرياض وإنها ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠٥ , ٠ بناءاً على أهمية المتغيرات المدروسة على قيمة التبخر الشهري وبناءاً على قيمة تقدير المعلم للجزء المحصور وللمتغيرات المستقلة والمدونة في جدول رقم ٤ فإن المعادلةالتي يمكن إستعمالها في تقدير التبخر الشهري في منطقة الرياض تكون على النحو التالي :

ت=(٨١ , ٩(ح)+٠٧ , ٠(ش)+٨٦ , ١٣(ر))-(٢٥ , ١(ط)+٢٤ , ٥٢)... معادلة رقم(٣)

حيث أن :

ت = التبخر الشهري بـ ملم.
ح = متوسط درجة الحرارة الشهرية بالدرجة المئوية.
ش = متوسط الإشعاع الشمسي الشهري بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.
ر = متوسط سرعة الرياح الشهرية بـ كم/ ساعة.
ط = متوسط الرطوبة النسبية الشهرية (٪).

٤ – أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في محطة عنيزة بمنطقة القصيم :

تؤثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية الشهرية (المتغيرات

المستقلة) تأثيراً واضحاً على قيمة التبخر الشهري (المتغير المعتمد) فقد دلت قيمة مربع معامل الإرتباط (R^2=٠,٩٠) على أن حوالي ٩٠٪ من التغير في قيمة التبخر الشهري في محطة عنيزة بمنطقة القصيم تعود إلى التغير في قيمة المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية. كما دلت أيضاً قيمة ف (٦٦٨,٠٦٢) وقيمة إحتمالية ف (٠,٠٠٠١) على أهمية أثر المتغيرات المستقلة على كمية التبخر الشهري وأن أثرها ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ إعتماداً على المعايير الإحصائية آنفة الذكر وعلى قيمة تقدير المعلم للجزء المحصور وللمتغيرات المستقلة (جدول رقم٤) فإن المعادلة التي يمكن إستعمالها في تحديد التبخر الشهري في محطة عنيزة بالقصيم يمكن صياغتها على النحو التالي :

ت = (٩,٢٥ (ح)+٠,٠٤٠(ش))-(٠,١٦(ط)+٩٩,٠٢)... معادلة رقم (٤).

حيث أن :

ت = التبخر الشهري بـ ملم.

ح = متوسط درجة الحرارة الشهرية بالدرجة المئوية.

ش = متوسط الإشعاع الشمسي الشهري بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.

ط = متوسط الرطوبة النسبية الشهرية (٪).

٥- أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في منطقة حائل :

دلت نتائج معادلة الإنحدار المتعدد على أن درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ذات تأثيراً عالياً على قيمة التبخر الشهري في منطقة حائل وأن ٨٨٪ من التغير في قيمة التبخر الشهري في هذه المنطقة المدروسة يعود إلى التغير في قيمة متوسطات العناصر المناخية المدروسة (R^2 =٠,٨٨). كما دلت أيضاً قيمة ف (٢٦٠,٥٦٩) وقيمة إحتمالية ف (٠,٠٠٠١) على أهمية أثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح على كمية التبخر الشهري وأن أثرها ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ إعتماداً على قيمة مربع معامل الإرتباط العالية وعلى

قيمة تقدير المعلم للجزء المحصور وللمتغيرات المستقلة (جدول رقم٤) فإن المعادلة الرحصائية التي يمكن إستخدامها في تقدير التبخر الشهري في محطة حائل يمكن صياغتها على النحو التالي :

ت = ((١٣,٧٢)(ح)+١٤,٠(ش)+١٨,٦٢(ر))-(١,٣(ط)+١٥٦,٧٦) معادلة رقم (٥)

حيث أن :

ت = التبخر الشهري بـ ملم.

ح = متوسط درجة الحرارة الشهرية بالدرجة المئوية.

ش = متوسط الإشعاع الشمسي الشهري بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.

ر = متوسط سرعة الرياح الشهرية بـ كم/ الساعة.

ط = الرطوبة النسبية الشهرية (٪).

٦- أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في منطقة سكاكا :

تعتبر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح من أهم العناصر المناخية والبيئية المؤثرة في التبخر الشهري في منطقة سكاكا وأن حوالي ٨٥٪ من التغير في قيمة التبخر الشهري في هذه المنطقة قد يعود إلى التغير في قيمة العناصر المناخية المذكورة أعلاه (R^2 = ٠,٨٥). ومما يؤكد على أهمية أثر هذه المتغيرات المناخية على كمية التبخر الشهري قيمة ف (٢٥٤,٨٧٤) وإحتمالية ف (٠,٠٠٠١) وأن أثرها ذو أهمية ودلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ بناءاً على أهمية العناصر المناخية المدروسة في التأثير على كمية التبخر كما أشارت قيمة مربع معامل الإرتباط وعلى قيمة تقدير المعلم للجزء المحصور وللمتغيرات المستقلة (جدول رقم٤) فإن المعادلة الإحصائية التي يقترح إستخدامها في تحديد التبخر الشهري في منطقة سكاكا تكون على النحو التالي :

ت = (١,١٥+(٦,٨٤)(ح)+٠,٢٢(ش)+١٠,٣٧(ر))-(١,٧٤(ط)).. معادلة رقم (٦)

حيث إن :

ت = التبخر الشهري بـ ملم.

ح = متوسط درجة الحرارة الشهري بالدرجة المئوية.

ش = المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.

ر = متوسط سرعة الرياح الشهرية بـ كم/ الساعة.

ط = المتوسط الشهري للرطوبة النسبية (٪).

٧- أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في منطقة المدينة المنورة :

دلت نتائج تطبيق معادلة الإنحدار إلى وجود أثر لدرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية (المتغيرات المستقلة) على كمية التبخر الشهري (المتغير المعتمد) وأن حوالي ٨٧٪ من التغير في قيمة التبخر الشهري في منطقة المدينة المنورة قد يعود إلى التغير في العناصر المناخية المذكورة أعلاه (R^2=٠ , ٨٧). ومما يؤكد على أهمية أثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية قيمة ف (٣٦٨ , ١٣٣) وإحتمالية ف (٠ , ٠٠٠١) وأن هذا الأثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠ , ٠٥ بناءاً على أهمية العناصر المناخية (المتغيرات المستقلة) في التأثير على كمية التبخر كما أشارت قيم المعايير الإحصائية آنفة الذكر وعلى قيمة تقدير المعلم للجزء المحصور وللمتغيرات المستقلة (جدول رقم٤) فإن المعادلة الإحصائية التي يمكن صياغتها واستخدامها في تحديد التبخر الشهري في منطقة المدينة المنورة سوف تكون على النحو التالي :

ت = (١٧ , ١٠(ح)+٧٤ , ٠(ش)+٤١ , ٩(ر))-((٥٣ , ١(ط)+٠٤ , ٢٤٤)معادلة رقم (٧)

ت = التبخر الشهري بـ ملم.

ح = متوسط درجة الحرارة الشهري بالدرجة المئوية.

ش = المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.

ر = سرعة الرياح بـ كم/ الساعة.

ط = متوسط الرطوبة النسبية الشهرية (٪).

٨- أثر العناصر المناخية المدروسة على التبخر في منطقة الطائف :

تدل نتائج تطبيق معادلة الرنحدار المتعدد على أن درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح (المتغيرات المستقلة) لها تأثير عال على كمية التبخر الشهري (المتغير المعتمد) في منطقة الطائف وأن حوالي ٩٠٪ من التغير في كمية التبخر الشهري قد يعود إلى التغير في العناصر المناخية المذكورة أعلاه (R^2 = ٠,٩٠).

ومما يؤكد على أهمية المتغيرات المستقلة في التأثير على كمية التبخر الشهري قيمة ف (٣٤٤,٦١٤) وإحتمالية ف (٠,٠٠٠١) وأنها ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠,٠٥ بناءاً على أهمية المتغيرات المستقلة في تقدير التبخر وبناءاً على قيمة تقدير المعلم للجزء المحصور وللمتغيرات المستقلة (جدول رقم ٤).

فإن المعادلة الإحصائية التي يمكن استخدامها في تحديد قيمة التبخر الشهري في منطقة الطائف يمكن كتابتها على النحو التالي :

ت = (٩,٨٥(ح)+٠,٣٤(ش)+٨,٧٩(ر))-(٠,٦٤(ط)+١٣٧,٧٢) معادلة رقم(٨)

حيث أن :

ت = التبخر الشهري بـ ملم.

ح = متوسط درجة الحرارة الشهري بالدرجة المئوية.

ش= المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي بالسعرات الحرارية/ سم٢/ اليوم.

ر = متوسط سرعة الرياح بـ كم/ الساعة.

ط = متوسط الرطوبة النسبية الشهرية (٪).

رابعا : تقدير التبخر الشهري في المناطق المدروسة :

لقد تم تطبيق المعادلات الإحصائية التي تم التوصل إليها في هذا البحث (معادلة رقم ١-٨) وذلك بإستخدام درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية للسنوات التي تتوافر فيها العناصر المناخية المستخدمة في هذه الدراسة والتي تم اختيارها إختياراً عشوائياً في محطة الهفوف (١٩٧٩م) والأفلاج (١٩٨٠م) والرياض (١٩٨٥م) وعنيزة (١٩٩١م) وحائل (١٩٨٧م) وسكاكا (١٩٨٢م) والمدينة المنورة (١٩٨٢م) والطائف (١٩٧٦م). وقد دلت نتائج تطبيق المعادلات الإحصائية التجريبية (معادلة رقم١-٨) إلى وجود فرق بين قيمة التبخر الشهري من الحوض والتبخر الشهري من الحوض على قيمة التبخر الشهري الذي تم تقديره بواسطة المعادلات الإحصائية على قيمة التبخر الشهري من الحوض. كذلك تختلف قيمة التبخر السنوي من الحوض عن التبخر السنوي الذي تم تقديره بواسطة المعادلات، ففي بعض المناطق تزيد قيمة التبخر السنوي من الحوض على التبخر السنوي الذي تم تقديره بواسطة المعادلات الإحصائية ويصل الفرق بينهما في منطقة الهفوف والأفالج وحائل وسكاكا والطائف إلى حوالي ١٨٣و١١١و٤٦و١١٧ ملم على التوالي. بينما في مناطق أخرى يقل التبخر السنوي من الحوض عن التبخر السنوي الذي تم تحديده بواسطة المعادلات الإحصائية ويصل الفرق بينهما في منطقة الرياض وعنيزة والمدينة المنورة إلى حوالي ٨و١٦و٤١٤ ملم على التوالي، وأما نسبة قيمة التبخر السنوي من الحوض إلى التبخر السنوي الذي تم تقديره فإنه يصل إلى أعلى من ٩٠٪ في منطقة الهفوف (٥٠ , ٩٤٪) والمدينة المنورة (٣٠ , ٩٠٪) بينما تزيد نسبة التبخر السنوي من الحوض إلى التبخر الذي تم تقديره بواسطة المعادلات التجريبية إليأعلى من ٩٥٪ في منطقة الأفلاج (٩٠ , ٩٦٪) والرياض (٧٠ , ٩٩٪) وعنيزة (٥٠ , ٩٩٪) وحائل (٩٠ , ٩٨٪) وسكاكا (٣٠ , ٩٨٪) والطائف (٩٠ , ٩٥٪) (جدول رقم ٥).

التبخر الشهري من الحوض (أ) وتقديره بواسطة المعادلات التجريبية (معادل١ ٨) بـ ملم في المناطق المدروسة بالمملكة العربية السعودية

جدول (٥)

الشهور	الهفوف: التبخر الحقيقي ١٩٧٩	الهفوف: تقدير التبخر بواسطة معادلة (١)	الأفلاج: التبخر الحقيقي ١٩٨٠	الأفلاج: تقدير التبخر بواسطة معادلة (٢)	الرياض: التبخر الحقيقي ١٩٨٥	الرياض: تقدير التبخر بواسطة معادلة (٣)	عنيزة: التبخر الحقيقي ١٩٩١	عنيزة: تقدير التبخر بواسطة معادلة (٤)	حائل: التبخر الحقيقي ١٩٨٧	حائل: تقدير التبخر بواسطة معادلة (٥)	سكاكا: التبخر الحقيقي ١٩٨٢	سكاكا: تقدير التبخر بواسطة معادلة (٦)	المدينة: التبخر الحقيقي ١٩٨٢	المدينة: تقدير التبخر بواسطة معادلة (٧)	الطائف: التبخر الحقيقي ١٩٧٦	الطائف: تقدير التبخر بواسطة معادلة (٨)
يناير	١٢٧	٩٦	١٢٨	١١٩	١١٧	١١٩	١١٧	١٠٧	١٩٤	١٣٧	٦٨	٦٨	١٧٣	١٧١	١٤٨	١٣٢
فبراير	١٨٠	١٧٢	١٧٧	١٦٨	١٤٣	١٤٢	١٦٤	١٦٥	٢١٨	٢٢٤	٩٥	١٠٨	٢١٧	٢٠٦	١٧٩	١٦٥
مارس	٢٢٨	٢١٩	٢٨٣	٢٥٤	٢٠٦	٢٠٤	٢٢٠	٢٤٢	٢٧٠	٢٧٩	١٨٢	١٨٠	٢٩٨	٣١٥	٢١٣	٢٠٥
إبريل	٣٢٢	٣٠٣	٣٦٣	٣١٢	٢٣٥	٢٤٠	٣٣٢	٣٢٧	٣٦١	٣٦٠	٢٢٩	٢٣٢	٣١٣	٣٥٧	٢٥١	٢٣٦
مايو	٣٥٢	٣٤٣	٣٩٥	٣٦٨	٢٦٢	٢٩٦	٣٩٢	٣٥٦	٤٠٥	٤٥٢	٣١٠	٢٩٤	٤١٣	٤٣٩	٢٩٤	٢٦٢
يونيو	٥١١	٤٢١	٣٨٩	٤٠٥	٣٧٣	٣٦٣	٤٤٢	٤٣٠	٥٣٥	٤٦١	٤١٣	٣٤٩	٤٧٣	٥٥٩	٣٣٠	٣٢٦
يوليه	٤٤٢	٣٨٩	٤٧٠	٤١٥	٣٦٤	٣٥٢	٤٠٠	٤١٢	٥١٧	٤٩٠	٣٧٨	٣٤٢	٥٠٠	٥٥٩	٣٠٨	٣٢٩
أغسطس	٣٧٥	٣٦١	٤١٢	٣٩٩	٣٦٢	٦٠٣	٣٩٨	٤٠٤	٣٩٦	٤٨٣	٣٦٦	٣٣٩	٤٩٢	٥١٥	٣٧٣	٣٣٣
سبتمبر	٢٨٥	٣٣٠	٣٣٨	٣٥٦	٣٢٥	٣١٨	٣٠٧	٣٤٢	٤٤٢	٤٣١	٢٤٢	٣٠٤	٣٨٢	٤٦١	٢٨٢	٢٧٩
أكتوبر	٢٣٩	٢٤٩	٢٦١	٢٨٥	٢٤٣	٣٤١	٢٧٠	٢٦٩	٣٢٨	٣١٢	١٨٩	١٩٦	٢٣٩	٣١٨	٢١٠	٢١١
نوفمبر	١٤٥	١٥٨	١٨٥	٢٢١	١٤٧	١٥٦	١٩٩	٢١٥	٢٢٧	٢٤١	١٠٢	١٣١	١٨٧	٢٠٤	١٢٠	١١٩
ديسمبر	١١٢	٩٥	١٤٣	١٣٠	١٠٨	١٠٢	١٤٥	١٣٢	١٦٥	١٤٢	٦٨	٥٣	١٤٤	١٤٢	١٣٢	١٢٦
المجموع	٣٣١٩	٣١٣٦	٣٥٤٣	٣٤٣٢	٢٨٨٥	٢٨٩٣	٣٣٨٥	٣٤٠١	٤٠٥٨	٤٠١٢	٢٦٤٢	٢٥٩٦	٣٨٣٢	٤٢٤٦	٢٨٤٠	٢٧٢٣
٪	٩٤,٥٠		٩٦,٩٠		٩٩.٧٠		٩٩.٥٠		٩٨.٩٠		٩٨.٣٠		٩٠.٣٠		٩٥.٩٠	

الجدول من إعداد الباحث.

الخاتمة

لقد قادت نتائج هذه الدراسة إلى مجموعة من الاستنتاجات والتي سيتم مناقشتها على النحو التالي :

١ - إختلاف قيم درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية من منطقة إلى أخرى من المناطق المدروسة بالمملكة العربية السعودية. كما تختلف قيمة المتوسط الشهري للتبخر من جهة إلى أخرى، ففي منطقة المدينة يصل المتوسط الشهري للتبخر من جهة إلى أخرى، ففي منطقة المدينة المنورة يصل المتوسط الشهري للتبخر إلى أعلاه (٣٨٧ملم) بينما يصل إلى حده الأدنى في محطة سكاكا (٢٢٣ ملم).

٢- يرتبط التبخر الشهري إرتباطاً إيجابياً وقوياً بدرجات الحرارة الشهرية في جميع المناطق المدروسة فقد تراوحت قيمة معامل الإرتباط لهذين المتغيرين بين ٩٤ , ٠ في منطقة الأفالج و٨٨ , ٠ في منطقة المدينة المنورة. كذلك يرتبط التبخر الشهري إرتباطاً إيجابياً وعالياً مع الإشعاع الشمسي فقد تراوحت قيمة معامل الإرتباط لهذين المتغيرين بين ٩ , ٠ في منطقة المدينة المنورة و٧٦ , ٠ في منطقة الرياض. بينما يرتبط التبخر الشهري إرتباطاً إيجابياً وضعيفاً بسرعة الرياح، فقد تراوحت قيمة معامل الارتباط لهذين المتغيرين بين ٦٠ , ٠ في منطقة المدينة المنورة و٠٦ , ٠ في منطقة عنيزة. ويرتبط التبخر إرتباطاً سلبياً وعاليا بالرطوبة النسبية فقد تراوحت قيمة معامل الارتباط بين التبخر الشهري والرطوبة النسبية فقد تراوحت قيمة معامل الإرتباط بين التبخر الشهري والرطوبة النسبية بين -٧٦ , ٠ في منطقة حائل و-٨٦ , ٠ في منطقة الطائف.

٣- يختلف أثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح

على التبخر الشهري من منطقة إلى أخرى بالمملكة، ففي منطقة الأحساء والأفلاج وعنيزة والطائف تصل قيمة مربع معامل الإرتباط (R^2) إلى حوالي ٩٢, ٠و٩٠, ٠و٩٠, ٠و٩٠, ٠ على التوالي. بينما تصل قيمة مربع معامل الإرتباط في كل من الرياض وحائل وسكاكا والمدينة المنورة إلى حوالي ٨٩, ٠و٨٨, ٠و٨٥, ٠و٨٧, ٠ على التوالي.

٤- تدل قيمة ف وإحتمالية ف في جميع المناطق المدروسة على أن أثر درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠٥, ٠.

٥- إختلاف قيم الثوابت الموجودة في المعادلات الإحصائية للإنحدار المتعدد التي تم التوصل إليها (معادلة١ -٨) وقد دلت نتائج تطبيق هذه المعادلات على أنها معادلات صالحة لتحديد التبخر الشهري في المناطق المدروسة وقد تكون صالحة للتطبيق على المناطق المجاورة للمناطق المدروسة والمناطق المشابهة للمناطق المدروسة في ظروفها المناخية.

المراجع

أولاً : مراجع باللغة العربية :

١- الجراش، محمد عبد الله (١٩٩٢م)، أنموذج لتقدير المتوسط الشهري لكمية التبخر في المملكة العربية السعودية مقارنة بأنموذجي بنمان وإيفانوف، مجلة جامعة الملك عبد العزيز - الآداب والعلوم الإنسانية، م٥ص ص ٧٥-١٠١.

٢- الجنايني، محمد عبد الرحمن والفياني، فاروق (١٩٨٦م)، الهيدرولوجيا ومبادئ هندسة الري، دار الراتب الجامعية، بيروت، لبنان.

ثانياً : مراجع باللغة الانجليزية :

1- Doorenbos, J., and Pruit, W., O., (1977), Guidelines For Predicting Crop Water requirements, F.A.O, irrigation and drainage paper 24, Rome.

2- Chow, V., T., Maidment, D., R., and Mays, L.,W., (1988), Applied hyddrology, McGraw-Hill.

3- Dunne, T., and Leopold, L., B., (1978), Water in Environment Planning.

4- Fetterm C.W., (1980), Applied hydrologeology, Bell and Howell Company.

5- Knapp, B., J., (1979), Elements of Geographical hyddrology, George Allen and Unwin LT.D.

6- Monteith, J., L., (1985), Evaporation From Land Surfaces; Progress in Analysis, and Prediction Since 1948, Advances in Evapotranspiration Proceedings of the national Conference on Ad-

vances in Evapotranspiration American Society of Agricultural Engineers, Chicago lllinos.

7- Shaw, E., M., (1984), Hyddrology in Practice, Van Nostrand Reinhold (Uok) Co., L.TD.

8- Vissman, W., Knapp, J., W., Lewise, G.,L., and Harbaugn, T., E., (1972), Introduction to hydrology, Harper and Row, Publishers.

9- Ward, R., C., (1975), Principles of hydrology, McGraw-Hill Book Company (V.K) Limited.